

12 (11) Gestalt breiter (Fig. 3). Halbdecken an ihrer breitesten Stelle doppelt so breit wie der Kopf
7. *M. convexa* Fieb.

Die Artberechtigung von *M. foveicollis* Costa 1882 wurde bereits 1952 von C. MANCINI (Boll. Soc. Ent. Ital., 82, (5—6):60) bewiesen. Diese Art hat die gleiche schlanke Gestalt wie *M. marginalis* Fieb., unterscheidet sich aber von ihr durch das einfarbig schwarze Scutellum, die stark gewölbten, glänzenden Schwielen des Pronotum, das im vorderen Teil viel breitere Pronotum und die feiner behaarten Fühler. In der Form des Pronotum entspricht *M. foveicollis* Costa etwa *M. convexa* Fieb., unterscheidet sich aber durch die viel kleinere, schlankere Gestalt.

Zum Schluß möchte ich nicht versäumen, Herrn Prof. E. SÉGVY, Paris und Herrn Prof. A. VIBET, Lyon, dafür zu danken, daß sie mir die FIEBERSCHEN und REYSCHEN Typen zugänglich machten, sowie den Herren C. MANCINI, Genua, GRAF HARTIG, Rom und O. MICHALK, Leipzig, für italienisches Material und Herrn Prof. H. RIBAUT, Toulouse, für solches aus Portugal.

Experimentaluntersuchungen zur Überschwemmung der Waldmaikäferengerlinge (*Melolontha hippocastani* F.)

Von K. HURKA

Entomologische Abteilung der Biologischen Fakultät
der Karlsuniversität, Prag

BLUNCK (1938), BUHL (1939) und ENÉ (1942) gaben Übersichten der Literaturangaben über den Einfluß von Überschwemmung auf Engerlinge von *Melolontha*. In ihren Ansichten gehen die einzelnen Autoren auseinander. Die einen behaupten, daß große Feuchtigkeit den Engerlingen schadet (BLUNCK), andere sind der Ansicht (HEYER, LAMPA, TARNANI), daß die Engerlinge es lange unter Wasser aushalten. ENÉ führt an, daß eine länger als vier Tage dauernde Bedeckung mit Wasser dem Leben der Engerlinge gefährlich ist, fügt aber hinzu, daß die Engerlinge länger am Leben bleiben können, wenn sie sich unter einer für Wasser schwer durchlässigen Schichte befinden. Aus dem Vergleich der Abgaben aller Autoren könnte man schließen, daß Überschwemmungen von kurzer Dauer den Engerlingen nicht schaden, länger andauernde für sie im Sommer lebensgefährlich und im Winter ganz unwirksam sind.

KRYŠTAL (1955) befaßte sich durch mehrere Jahre mit dem Einfluß periodischer Überschwemmungen auf die Bodeninsekten. Er stellte fest, daß sich der verderbliche Einfluß von Überschwemmungen auf die überschwemmten Insekten vor allem bei Temperaturen fühlbar macht, die nahe dem Optimum ihrer Lebenstätigkeit gelegen sind. Der limitierende Hauptfaktor der Lebensprozesse in diesem Milieu ist nach dem Autor die Ab-

wesenheit von freiem, der Atmung der unterirdischen Formen zugänglichem Sauerstoff. Bei niedrigen Temperaturen verlangsamten sich die Atmungsprozesse, der Sauerstoffverbrauch sinkt, die Eier, Larven und auch Imagines der Insekten können relativ lange unter Wasser überleben.

Schon Ende der dreißiger Jahre unseres Jahrhunderts stellten LANE & JONES (1936) sowie GILJAROV (1938) fest, daß bei Überschwemmungen Elateridenlarven (*Col. Elateridae*) den im Wasser enthaltenen Sauerstoff aufnehmen können und zwar ersichtlich durch die Haut. Ferner fanden diese Autoren, daß die Sterblichkeit der Larven bei gleicher Temperatur verschieden ist, je nachdem, ob die Larven bei der Überschwemmung im Boden bleiben oder sich außerhalb des Bodens im Wasser befinden; im zweiten Falle ist die Sterblichkeit niedriger. GILJAROV erklärt dies damit, daß beim Kontakt der Haut mit dem Boden die Oberfläche des Körpers, die Sauerstoff aufnehmen kann, verkleinert ist.

Dagegen behauptet SCHAEFFENBERG (1943) auf Grund seiner Versuche, daß auf Larven, die ihre Entwicklung im Boden durchmachen, das Wasser bei Überschwemmungen nicht erstickend wirkt, sondern durch seine Hypotonität gegenüber den Körpersäften der Insektenlarven wirkt. Daher überlebten Larven, die in einem feuchten Milieu leben (Fam. *Tipulidae*; *Phyllopertha horticola* L.) und eine niedrigere Konzentration der Körpersäfte haben, Überschwemmungen von einigen Wochen, während Larven aus trockenen Biotopen (Fam. *Elateridae*; *Melolontha* sp.; *Anomala aenea* Deg.; *Thereva* sp.; *Asilus* sp.), die eine hohe Konzentration der Körpersäfte haben, viel früher umkommen und zwar durch Eindringen des Wassers in den Organismus. Die Wirkung des Wassers im Sommer (im Frühling und Herbst können die Larven bis zwei Wochen im Wasser liegen, ohne Schaden zu nehmen) ist also nach diesem Autor rein osmotisch, d. h. die Tiere sterben durch Aufquellen und nicht durch Ersticken.

Auf Grund dieser verschiedenen Angaben versuchte ich, zur Lösung des Problems der Überschwemmung der Engerlinge beizutragen.

Um festzustellen, ob die Engerlinge imstande sind, bei Überschwemmung Sauerstoff aus dem Wasser aufzunehmen, machte ich folgenden Versuch: ich gab Engerlinge des dritten Stadiums von *Melolontha hippocastani* F., die am 24. 5. 1954 in Stará Boleslav bei Prag ausgegraben worden waren, teils in abgekochtes und damit weitgehend des Sauerstoffs beraubtes Wasser und teils in Wasserleitungswasser. Ich gab je drei Larven in einen verkorkten Erlenmeyerkolben von 250 ccm und kontrollierte alle 24 Stunden je einen Kolben der beiden Arten von Wasser. Ich machte den Versuch bei einer Temperatur von 21°C; die Temperatur der beiden Arten von Wasser war die gleiche. Tabelle 1 zeigt das Ergebnis.

Die Tabelle zeigt, daß zwischen abgekochtem Wasser und Wasserleitungswasser kein grundsätzlicher Unterschied besteht (bei einem analogen Versuch mit Larven der Gattung *Agriotes* in abgekochtem Wasser fand GILJAROV schon nach einem Tag eine Mortalität von 100%). Zur

Bestätigung machte ich einen zweiten Versuch, diesmal mit Engerlingen des ersten Stadiums von *M. hippocastani* F., die sich in der Periode vor der Häutung befanden. Die Temperatur war bei diesem Versuch 20,5°C. Ich gab je vier Larven in Erlenmeyerkolben und kontrollierte sie nach je

Tabelle 1

Zeit	Zahl der lebendigen Engerlinge von 3 Engerlingen zu Beginn des Versuchs	
	Wasserleitungs- wasser	abgekochtes Wasser
24 Stunden	3	2
48 Stunden	2	2
72 Stunden	2	1

24 Stunden. Ich wog die Engerlinge vor und nach dem Versuch. Tabelle 2 zeigt das Ergebnis, das mit dem vorangegangenen übereinstimmt.

Aus den beiden Versuchen geht klar hervor, daß die Aufnahme von Sauerstoff aus dem Wasser, wenn sie überhaupt stattfindet, bei der Überschwemmung der Engerlinge von *M. hippocastani* sicher keine wesentliche

Tabelle 2

Zeit	Zahl der lebenden Engerlinge von 4 zu Beginn des Versuchs		durchschnittliche Gewichtszunahme in %	
	Wasserleitungs- wasser	abgekochtes Wasser	Wasserleitungs- wasser	abgekochtes Wasser
24 Stunden	4	3	6,3	18,3
48 Stunden	4	3	8	17,1
72 Stunden	3	2	27,8	41,9

Rolle spielt. Diese Ansicht fand ihre Bestätigung in dem Ergebnis eines Versuchs über den Einfluß von CO₂ auf Engerlinge; diese hielten es fast fünf Tage bei einer mittleren Temperatur von 19,5°C in einer hohen Konzentration von CO₂ praktisch ohne Sauerstoff aus (HÜRKA, 1956). Das Eindringen von Wasser in den Organismus hat entschieden einen einschneidenderen Einfluß auf die Sterblichkeit der Engerlinge; dieser Einfluß ist bei abgekochtem Wasser größer, da durch das Kochen der osmotische Druck herabgesetzt wird (Ausfällen der Bicarbonate) und so der Unterschied zwischen dem osmotischen Druck der Körperflüssigkeit der Engerlinge und des Wassers gesteigert wird.

Zur Bestätigung der Ansicht und um wenigstens orientierungsweise die Abhängigkeit der Mortalität der Engerlinge des dritten Stadiums von

Melolontha hippocastani von der Länge der Überschwemmung, der Temperatur und der Bodenart festzustellen, machte ich folgenden Versuch:

Material: 72 Engerlinge des III. Stadiums von *M. hippocastani*, ausgegraben am 24. 5. 1954 nicht lange nach dem Aufsteigen im Frühling in Star Boleslav bei Prag.

Methode: ich führte den Versuch in zwei Glasgefäßen von den Dimensionen 30 × 21 × 22 cm aus, die ich der Länge nach durch Zelluloidscheidewande von 15 cm Höhe in drei gleiche Teile A, B und C teilte. In jeden Teil gab ich vier Glaszylinder 1, 2, 3 und 4 von 10 × 4 cm, die ich in Teil B mit Sand, im Teil C mit Erde und im Teil A nur mit dem Wasser fllte, mit dem ich das ganze Gefäß so fllte, daß das Wasser 10 cm über den Glaszylindern stand. In jeden Zylinder gab ich 3 Engerlinge, davon diejenigen der Sand- und Erde-Gläser 7 Stunden vor dem Einfllen des Wassers. Ein Gefäß brachte ich in eine nahezu konstante Temperatur von 11,9–12,5°C, das andere in eine schwankende Temperatur von 16,9–29,7°C mit einem schwankenden Mittel von 19,4–20°C. Die Temperatur des Wassers war in der Zeit der Überschwemmung der Engerlinge der Lufttemperatur gleich. Ich kontrollierte die Engerlinge der Glaszylinder Nr. 1 nach 2 Tagen, Nr. 2 nach 4 Tagen, Nr. 3 nach 6 Tagen und Nr. 4 nach 10 Tagen.

Tabelle 3. Abhängigkeit des Sterbens der überschwemmten Engerlinge des III. Stadiums von *Melolontha hippocastani* F. von der Temperatur und dem verschiedenen Milieu

Zylinder Nr.	Zeit in Tagen	Zahl der Engerlinge	mittl. Temp. in °C	tiefere Temperatur			höhere Temperatur					
				Wasser A	Sand + Wasser B	Erde + Wasser C	Wasser A	Sand + Wasser B	Erde + Wasser C	mittl. Temp. in °C	Zahl der Engerlinge	
1	2	3	11,9	o	o	o	o	o	o	o	20,0	3
				o	o	o	o	+	+			
				o	o	o	o	o	o			
2	4	3	12,0	o	o	o	o	+	o	19,4	3	
				+	o	o	+	+	+			
				o	o	o	o	o	o			
3	6	3	12,2	o	o	o	o	+	o	19,5	3	
				+	+	+	+	+	+			
				o	o	o	+	+	o			
4	10	3	12,5	+	+	o	+	+	o	19,8	3	
				+	+	+	+	+	+			
				+	+	+	+	+	+			

o lebender Engerling

+ toter Engerling

Aus den Ergebnissen des in Tabelle 3 dargestellten Versuches ergeben sich klar die folgenden Tendenzen: mit wachsender Temperatur steigt die Sterblichkeit der Engerlinge ebenso wie mit wachsender Zeit. Diese beiden Tendenzen gelten in höherem Maße für die Kombinationen Wasser und Wasser + Sand. Paradox erscheint auf den ersten Blick die Tatsache, daß nach zehntägiger Überschwemmung die Kombination Erde + Wasser die geringste Sterblichkeit aufweist, obwohl sich gerade hier am wenigsten Sauerstoff findet. Aber gerade diese Tatsache (ebenso wie die Versuchsergebnisse SCHAEFFENBERGS, 1943) bestätigen die Vermutung, die bei den

ersten Orientierungsversuchen ausgesprochen wurde. Die Engerlinge sterben wegen ihrer Anpassung an die ungenügende Konzentration von O_2 bei Überschwemmung hauptsächlich durch das Eindringen von Wasser in den Organismus und nicht durch Sauerstoffmangel. Die Pforten für das Eindringen des Wassers sind außer dem Ernährungstrakt wohl die unverschließbaren Siebplatten der Stigmen. Und gerade diese Pforten sind beim Überschwemmen von Engerlingen in Erde verschlossen, weil sich die Erde eng an den Körper der Engerlinge schmiegt, während vor allem grobkörniger Sand bei ihrer Verschließung keine wesentliche Rolle spielen kann und daher ebenso gefährlich ist wie Wasser selbst. Eine gewisse, wenn auch unbedeutende, ausgleichende Rolle kann bei Überschwemmung in Erde und Sand der geringere Unterschied der osmotischen Drucke der Flüssigkeiten innerhalb des Körpers der Engerlinge und außerhalb ihres Körpers spielen, eine Folge der gelösten Salze aus der Erde und dem Sand.

Die Ergebnisse dieser Arbeit lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Bei der Überschwemmung von Engerlingen sterben diese vor allem durch das Eindringen von Wasser in den Organismus und nicht infolge von Sauerstoffmangel (schon bei SCHAEFFENBERG, 1943).
2. Mit wachsender Temperatur und Zeit wächst die Sterblichkeit der überschwemmten Engerlinge.
3. Die Sterblichkeit der Engerlinge ist bei Überschwemmung in Erde viel geringer als in überschwemmtem Sand oder im Wasser allein. Wasser allein und überschwemmter Sand sind ungefähr gleich gefährlich.
4. Bei einer Temperatur bis zu $20^\circ C$ überlebt ein hoher Prozentsatz der Engerlinge des III. Stadiums von *Melolontha hippocastani* F. eine zehntägige Überschwemmung in Erde.

Literaturverzeichnis

- BLUNCK, H., Über die Möglichkeit zur Bekämpfung der Maikäferengerlinge mittels landwirtschaftlicher Kulturmaßnahmen. Ztschr. Pflanzenkrankh., Pflanzenschutz, **48**, 253—272, 1938.
- BOAS, J. E. V., Über die Stigmen der *Melolontha*-Larve. Zool. Anz., **16**, 389—391, 1893.
- BUHL, C., Beitrag zur Frage der Einwirkung von Überschwemmung auf die Maikäferengerlinge. Ztschr. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz, **49**, 271—275, 1939.
- ENÉ, M. S., Experimentaluntersuchungen über das Verhalten des Maikäferengerlings (*Melolontha* sp.). Ztschr. angew. Ent., **29**, 529—600, 1942.
- GILJAROV, M. S., Osobennosti počvy kak sredi obytnija i jejo značenie v evolucii nasekomych. Moskva-Leningrad, 1949.
- HOCHRAINER, H., Der Wassergehalt bei Insekten und die Faktoren, die denselben bestimmen. Zool. Jahrb. Abt. Zool. Physiol. Tiere, **60**, 387—436, 1942.
- HŮRKA, K., Experimentaluntersuchungen über die Ökologie der Maikäferengerlinge (*Melolontha hippocastani* F.). Ztschr. angew. Ent. (im Druck, 1956).
- KRYŠTAL, A. F., K izučeníju dinámiki entomofauny počv i podstílki v svjazí s povodem v uslovijach r. Dněpra. Zool. Žurn., **34**, 120—139, 1955.
- LANE, M. C. u. JONES, E. W., Flooding as a means of reducing wireworm infestation. Journ. econ. Ent., **10**, 842—850, 1936.
- SCHAEFFENBERG, B., Untersuchungen über die Wirkung des Wassers auf verschiedene Bodentiere. Zool. Anz., **144**, 115—119, 1943.